

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-156042

(43)Date of publication of application : 06.06.2000

(51)Int.Cl.

G11B 20/10
G11B 20/14
H03M 13/23
H04B 3/06
H04L 25/497

(21)Application number : 10-328446

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 18.11.1998

(72)Inventor : UNO KOJI

KASAI KIICHIRO

YAMAZAKI NOBUYOSHI

(54) SIGNAL PROCESSING DEVICE, SIGNAL PROCESSING METHOD, INFORMATION STORAGE DEVICE, AND INFORMATION REPRODUCING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce bit-shift without increasing a recording frequency by Nyquist-equalizing a bit string obtained from a processed result in which processing of (1-D) (D is delayed by 1 bit) is performed for an input bit.

SOLUTION: A NRZI recording system 101 performs operation of $\{1/(1-D)\} \times (1-D)$, and outputs a signal of step type. A magnetic reproducing system 103 filters a signal impulsed by a differential detecting section 102 and samples it. An equalizer 14 constitutes a Nyquist equalizer with the magnetic reproducing system 103, and product with a transfer characteristic of the magnetic reproducing system 103 is made a cosine roll-off characteristic. Thereby, a partial response equalization wave-form having any amplitude out of +1, 0, -1 in the prescribed time is outputted to an output of the equalizer 104. A level detecting section 105 detects a signal from the equalizer 104 with a ternary level, and a maximum likelihood detecting section 106 detects maximum likelihood detected result and decodes an output code.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.10.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-156042

(P2000-156042A)

(43)公開日 平成12年6月6日(2000.6.6)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 1 1 B 20/10	3 2 1	G 1 1 B 20/10	3 2 1 A 5 D 0 4 4
20/14	3 4 1	20/14	3 4 1 A 5 J 0 6 5
H 0 3 M 13/23		H 0 3 M 13/12	5 K 0 2 9
H 0 4 B 3/06		H 0 4 B 3/06	A 5 K 0 4 6
H 0 4 L 25/497		H 0 4 L 25/497	

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平10-328446

(22)出願日 平成10年11月18日(1998.11.18)

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72)発明者 宇野 廣司

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 笠井 希一郎

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74)代理人 100070150

弁理士 伊東 忠彦

最終頁に続く

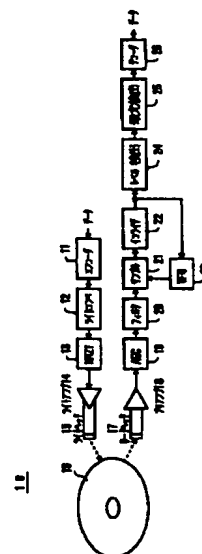
(54)【発明の名称】 信号処理装置及び信号処理方法及び情報記憶装置並びに情報再生装置

(57)【要約】

【課題】 パーシャルレスポンスを利用した信号処理装置及び信号処理方法並びに情報記憶装置に関し、記録周波数を高くせず、記録電流波形の歪みを改善し、NTLSを低減し、最尤検出方式により、再生エラーレートの向上を図れる信号処理装置及び信号処理方法並びに磁気記録再生装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 入力符号に対して $(1/(1-D)) \times (1-D)$ なる演算を行い、ステップ状の信号を出力するNRZI記録系101、NRZI記録系101で磁気ディスクに記録された信号の微分波形を検出する微分検出部102、ナイキスト等価器に相当する処理を行う磁気再生系103及びイコライザ104、レベル検出部105、最尤検出部106から構成される。

本発明の一実施例のブロック構成図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 パーシャルレスポンスにより信号処理を行う信号処理装置において、
入力ビットに対して $(1-D)$ (D は1ビット遅延)の処理を行う処理手段と、
前記処理手段の処理結果により得られたビット列をナイキスト等化する等化手段とを有することを特徴とする信号処理装置。

【請求項2】 前記等化手段の等化結果に対して最尤検出を行う最尤検出手段を有することを特徴とする請求項1記載の信号処理装置。

【請求項3】 入力データを $1/7$ RLL符号化したビット列を前記処理手段の入力ビットとして入力することを特徴とする請求項1又は2記載の信号処理装置。

【請求項4】 パーシャルレスポンスにより信号処理を行う信号処理方法において、
入力ビットに対して $(1-D)$ (D は1ビット遅延)の処理を行う処理手順と、
前記処理手順の処理結果により得られたビット列をナイキスト等化する等化手順とを有することを特徴とする信号処理方法。

【請求項5】 前記等化手順の等化結果に対して最尤検出を行う最尤検出手段を有することを特徴とする請求項4記載の信号処理方法。

【請求項6】 入力データを $1/7$ RLL符号化したビット列を前記処理手段の入力ビットとして入力することを特徴とする請求項4又は5記載の信号処理方法。

【請求項7】 パーシャルレスポンスによる信号処理を記録媒体を介して行う情報記憶装置において、
入力符号にNRZI符号に変換するNRZI符号変換手段と、
前記NRZI符号変換手段で変換されたNRZI符号を前記記録媒体に記録する記録手段と、
前記記録手段により前記記録媒体に記録された符号を再生する再生手段と、
前記再生手段により再生された再生符号を前記再生手段の伝達特性とともに、コサインロールオフ特性の伝達特性を実現する伝達特性を有する等化手段とを有することを特徴とする情報記憶装置。

【請求項8】 前記等化手段の等化結果に対して最尤検出を行う最尤検出手段を有することを特徴とする請求項7記載の情報記憶装置。

【請求項9】 入力データを $1/7$ RLL符号化したビット列を前記NRZI符号変換手段に供給する符号化手段を有することを特徴とする請求項7又は8記載の情報記憶装置。

【請求項10】 入力ビットが $(1-D)$ の演算をされて、記録された媒体のデータを再生する情報再生装置であって、
前記媒体から読み取られた出力をナイキスト等価する等

価手段と、

前記等価手段の等価結果に対して最尤検出を行う最尤検出手段とを有することを特徴とする情報再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は信号処理装置及び信号処理方法及び情報記憶装置並びに情報再生装置に係り、特に、パーシャルレスポンスを利用した信号処理装置及び信号処理方法及び情報記憶装置並びに情報再生装置に関する。近年、磁気ディスク装置の記録密度が飛躍的に増大している。これは高感度なMR（磁気抵抗効果）ヘッドの採用、及び、信号処理方式がピーク検出方式から低S/N比でも再生可能なPR4ML（パーシャルレスポンス・クラス4・最尤検出）方式が実用化されたことによるところが大きい。

【0002】

【従来の技術】 図1は従来の一例のブロック構成図を示す。PR4ML方式の信号処理回路1は、プリコーダ2、NRZI記録系3、微分検出部4、磁気再生系5、イコライザ6、レベル検出部7、最尤検出部8から構成される。

【0003】 プリコーダ2には、入力符号として $8/9$ 変換RLL符号が入力される。プリコーダ2は入力符号に対して

$$1/(1+D) \quad D: 1 \text{ ビット遅延}$$

の処理を行う。NRZI記録系3は、プリコーダ2でプリコードされた符号をNRZI符号化し、ステップ状の記録電流により磁気ディスクに記録する。微分検出部4は、磁気ディスクに記録されたステップ状の信号をリードヘッドにより検出することにより微分波形を検出し、インパルス波形を検出する。

【0004】 磁気再生系5は、微分検出部4の出力インパルスを増幅し、ノイズ成分を除去する。イコライザ6は、磁気再生系5の出力に対して

$$(1+D) \quad D: 1 \text{ ビット遅延}$$

の処理を行う。レベル検出部7は、イコライザ6の出力をレベル比較して、3値のレベル信号を得る。最尤検出部8は、レベル検出した信号のエラー訂正を行う。

【0005】 PR4ML方式は、図1に示すような構成によりパーシャルレスポンスを利用し波形干渉を取り除くと共に帯域の低減によりノイズを削減し、

$U(t) = (1-D) \times (1+D) \quad D: 1 \text{ ビット遅延}$ なる波形操作を施した後、ピタビアルゴリズムによる最尤検出回路によりノイズなどによる再生誤りを訂正する。

【0006】 ここで、 $(1+D) \quad D: 1 \text{ ビット遅延}$ なる波形操作により高域周波数のノイズを削減し、S/N比を改善する。図2にPR4ML方式に用いられる $(1+D)$ の伝達特性図を示す。図2に示すような $(1+D)$ の伝達特性はローパスフィルタを構成しており、

高周波数のノイズが低減される。

【0007】また、このとき、PR4ML方式では、8／9変換RLL符号を用いていた。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、PR4ML方式では、8／9変換RLL符号を用いているため、1／7変換RLL符号と同等の記録密度を得るためには、記録周波数が1／7変換RLL符号の記録周波数に比べて高くなり、記録電流波形の歪みおよび周波数非線形な歪みによるビットシフト(NLTS)が発生し、再生時のエラーレートを劣化させていた等の問題点があった。

【0009】一方、ピーク検出方式は、1／7RLL符号を用いるため記録周波数がPR4ML方式に比べ低くすることができるが、ウィンドウ内の信号の有無でデータを弁別するため、最尤検出回路の実現が困難である等の問題点があった。本発明は上記の点に鑑みてなされたもので、記録周波数を高くせず、記録電流波形の歪みを改善し、NLTSを低減するとともに、最尤検出方式により、再生エラーレートの向上を図れる信号処理装置及び信号処理方法並びに磁気記録再生装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、パーシャルレスポンスにより信号処理を行う信号処理装置において、入力ビットに対して(1-D)(Dは1ビット遅延)の処理を行う処理手段と、前記処理手段の処理結果により得られたビット列をナイキスト等化する等化手段とを有することを特徴とする。

【0011】また、本発明は、前記等化手段の等化結果に対して最尤検出を行う最尤検出手段を有することを特徴とする。さらに、本発明は、入力データを1／7RLL符号化したビット列を処理手段の入力ビットとして入力することを特徴とする。本発明によれば、PR4MLにおいて必須であった(1+D)の演算を省き、(1-D)(D:1ビット遅延)の演算を行うことにより、記録周波数の低い符号でパーシャルレスポンスを行うことができる。

【0012】また、本発明によれば、パーシャルレスポンスを行うことにより、最尤検出を容易に行えるため、エラー訂正が行え、再生エラーレートを向上できる。さらに、本発明によれば、入力データを1／7RLL符号化したビット列を前記処理手段の入力ビットとして入力することにより、記録周波数を低減できるので、記録電流歪みを低減でき、再生エラーレートを向上できる。

【0013】

【発明の実施の形態】図3は本発明の一実施例のブロック構成図を示す。本実施例では上記信号処理系を実現する装置として磁気ディスク装置について説明する。本実施例の磁気ディスク装置10は、エンコーダ11、ライ

トコンベ回路12、NRZI符号化回路13、ライトアンプ14、ライトヘッド15、磁気ディスク16、リードヘッド17、プリアンプ18、AGC19、フィルタ20、サンプリング回路21、イコライザ22、VFO23、レベル検出回路24、最尤検出回路25、デコーダ26から構成される。

【0014】エンコーダ11は、入力データを1／7RLL符号に符号化する。エンコーダ11で符号化されたデータは、ライトコンベ回路12に供給される。ライトコンベ回路12は、エンコーダ11で符号化された信号を予め設定されたパターンに基づいて注目するビットを設定する。ライトコンベ回路12は、NLTS(非線形シフト)を補償するため、記録位置を予め僅かに移動させるものである。

【0015】図4は本発明の一実施例の補償アルゴリズムを示す図である。図4に示すように一つ前のビット(n-1)が「1」のとき、当該ビット(n)を $\Delta\tau$ の時間だけ後方(late)にシフトする。また、一つ前のビット(n-1)が「0」のときは、正規の位置(non)に記録する。これは1ビット前の磁化反転の影響で、次の磁化反転が前方にシフトする現象(NLTS)を補償するものである。

【0016】なお、2ビット以上前の磁化反転の影響がある場合は、それも補償するようにすることもできる。その場合の補償量 $\Delta\tau$ はビットに応じて順次小さくする必要がある。また、本実施例の(1-D)PRML信号処理方式では、1／7変換RLL方式を用いるため記録周波数が従来のPR4ML方式に比べ低くできるので、NLTSの量は少なくできる。ライトコンベ回路12で設定されたビット列は、NRZI符号化回路13に供給される。

【0017】NRZI符号化回路13は、ライトコンベ回路12から供給されたRZ(Return To Zero)符号をNRZI(Non-Return To Zero Interleave)符号に変換する。NRZI符号化回路13で変換されたビット列は、ライトアンプ14に供給される。NRZI符号化回路13は、1段のフリップフロップで構成される。ライトアンプ14は、NRZI符号化回路13から供給されたビット列を増幅して、ライトヘッド15に供給する。ライトヘッド15は、ライトアンプ14から供給された信号に応じた磁界を発生し、磁気ディスク16を磁化する。

【0018】上記NRZI符号化回路13により符号化された情報を磁気ディスク16に記録することにより、 $1/(1-D) \times (1-D)$ が実現される。磁気ディスク16を磁化することにより記録された信号は、リードヘッド17により読み取られる。リードヘッド17の出力信号は、磁化の状態を微分したものとなる。よって、磁気ディスク16に磁気的にステップ状に記録されたデータは、微分されインパルス

10

20

30

40

50

となる。また、リードヘッド17の出力信号は、記録媒体の周波数特性に応じた伝達特性に応じた波形をとる。その特性は、ローレンツの近似式として知られたものとなる。

【0019】リードヘッド17により読み取られた信号は、プリアンプ18に供給される。プリアンプ18は、リードヘッド17で磁気ディスク16から読み取られた信号を増幅する。プリアンプ18で増幅された信号は、AGC19に供給される。AGC19は、プリアンプ18で増幅された信号の振幅変動を検出して、出力信号振幅が一定になるように制御を行う。AGC19の出力信号は、フィルタ20に供給される。

【0020】フィルタ20は、ローパスフィルタを構成しており、AGC19の出力信号から不要なノイズ成分を除去する。フィルタ20は、後段のイコライザ22の一部とすることもできる。フィルタ20でノイズ成分が除去された信号は、サンプリング回路21に供給される。サンプリング回路21は、VFO23から供給されるクロックに応じてフィルタ20の出力信号をサンプルホールドまたはA/Dコンバータにより離散化する。VFO23から出力されるクロックの周波数は、周波数符号で決まる最高周波数とする。すなわち、ナイキスト周波数 f_n の2倍である。

【0021】また、VFO23は再生信号に同期し、クロック信号を発生するもので、いわゆる「ドリフト理論」(特開平1-143447号)により位相比較器が構成される。サンプリング回路21でVFO23からのクロックに応じてサンプリングされた信号は、イコライザ22に供給される。イコライザ22は、サンプリング回路21から供給された信号を所定の伝達特性でイコライジングする。イコライザ22の出力は、レベル検出回路24に供給される。イコライザ22は、トランスバーサルフィルタ等で構成し、再生信号に応じて自動的に調整する適応型としてもよい。

【0022】レベル検出回路24は、電圧比較器により構成され、イコライザ22から供給された信号とスライスレベルがピークに追従する変動スライスレベルとのレベル比較を行い、レベルに応じて「+1」、「0」、「-1」の3値を検出する。したがって、同一極性でも、より大きな信号も検出できる。レベル検出回路24で検出された3値の符号は、最尤検出回路25に供給される。最尤検出回路25は、レベル検出回路24で検出された3値の符号から候補のパスを記憶するパスメモリと正負交互にデータが反転することにより正しいパスを判定する判定回路より構成され、出力符号を出力する。

【0023】このようにレベル検出回路24と最尤検出回路25で構成する最尤検出方式は、簡易形ビタビアルゴリズムと呼ばれ、より大きなレベルの信号が正しく、正負交互に反転するデータが正しいとして最尤復号する。この他、例えば、自乗誤差平均の小さいパスを正し

いとするビタビアルゴリズムを用いた最尤検出方式で構成して、最尤復号しても良い。

【0024】最尤検出回路25での最尤復号の結果は、デコーダ26に供給される。デコーダ26は、最尤検出回路25での最尤復号結果の1/7RLL符号を元のデータに復号化する。図5は本発明の一実施例の等価ブロック図を示す。上記磁気ディスク装置10は、図3に示すような等価回路100で表すことができる。等価回路100は、NRZI記録系101、微分検出部102、磁気再生系103、イコライザ104、レベル検出部105、最尤検出部106から構成される。

【0025】NRZI記録系101は、図2のNRZI符号化回路13、ライトアンプ14、ライトヘッド15、磁気ディスク16に相当する。NRZI記録系101は、入力符号に対して

$$\{1/(1-D)\} \times (1-D)$$

なる演算を行い、ステップ状の信号を出力する。

【0026】微分検出部102は、図3のリードヘッド17に相当する。微分検出部102は、NRZI符号化回路13でステップ状にされた信号の微分波形を検出する。微分検出部102によりインパルス化される。磁気再生系103は、図3のプリアンプ18、AGC19、フィルタ20、サンプリング回路21に相当する。磁気再生系103は、微分検出部102でインパルス化された信号をフィルタリングし、サンプリングする。

【0027】イコライザ104は、図3のイコライザ22に相当し、磁気再生系103とともにナイキスト等化器を構成する。磁気再生系103とイコライザ104とによりコサインロールオフ特性を有する伝達特性が実現される。図6は本発明の一実施例の磁気再生系の伝達特性図、図7は本発明の一実施例のイコライザの伝達特性図、図8は本発明の一実施例のコサインロールオフ特性図を示す。

【0028】磁気再生系103は、図6に示すような特性を有し、イコライザ22は、図7に示すような伝達特性に設定され、図6の磁気再生系103の伝達特性との積が図8に示すようなコサインロールオフ特性となる。すなわち、フィルタの減衰特性がコサイン特性とし、その中心の利得が1/2となる周波数 f_n を符号で決まる最高周波数の1/2のナイキスト周波数とする。これによりイコライザ104の出力には、所定の時間に「+1」、「0」、「-1」のいずれかの振幅となるパルスレスポンス等化波形が出力される。

【0029】実際には、このパルスレスポンス等化波形に媒体、ヘッド、増幅器より発生するノイズが重畳されている。レベル検出部105は、イコライザ104から供給された信号を3値のレベルで検出する。レベル検出部105での検出結果は、最尤検出部106に供給される。最尤検出部106は、レベル検出部105での検出結果を最尤検出し、出力符号を復号する。

【0030】次に本実施例の信号処理の動作を説明する。図9は本発明の一実施例のタイムチャートを示す。図9(A)は入力データ、図9(B)は入力データを1/7RLLL符号化した符号列、図9(C)は1/7RLLL符号化した符号列に対して演算 $\{1/(1-D)\}$ を行った結果、図9(D)は演算 $\{1/(1-D)\}$ を行った結果に対して演算 $(1-D)$ を行った結果、図9(E)は演算 $(1-D)$ を行った結果に応じてライトヘッドに供給される記録電流、図9(F)は記録信号の微分結果、図9(G)はリードヘッドの出力信号、図9(H)はイコライザに波形等化された信号波形、図9(I)はレベル検出回路の出力符号、図9(J)は最尤検出回路の検出結果、図9(K)は出力符号、図9(L)は出力符号を復調したデータを示す。

【0031】データは2ビット毎に3ビットに1/7RLLL符号に変換される。1/(1-D)の演算は、入力符号と1/(1-D)演算結果の1つ前のデータとを排他的論理和するのと等価である。(1-D)は1/(1-D)演算結果を1つ遅延させて減算したものと等価である。1/(1-D)、(1-D)の演算はNRZI符号化回路13の1段のフリップフロップで等価的に行われる。記録電流は「+1」および「-1」で向きが反転するように、ライトアンプ14がライトヘッドを駆動する。

【0032】リードヘッド13の微分検出作用でインパルスとなり、記録媒体/ヘッドの伝達特性により図9(F)に示すようなインパルス応答波形がリードヘッド17から出力される。イコライザ22は、例えば10タップのトランスバーサル(FIR)フィルタで構成される。イコライザ22の伝達特性は、ナイキスト等化波形が得られるような伝達特性となるように設定されている。すなわち、イコライザの出力のサンプル点のレベルが「1」、「0」、「-1」の3値のそれぞれよりのズレ量に応じてイコライザの各タップゲインを修正することを繰り返すことにより目標の伝達特性に設定することができる。この機能を備えたものが適応型イコライザと呼ばれ、その適応方法は最大傾斜法として知られている。

【0033】この結果、リードヘッド17以降の伝達特性はコサインロールオフ特性となり、サンプル点の電圧は図9(H)に「・」で示すように「1」、「0」、「-1」となり、ナイキスト等化されたパーシャルレスポンスとすることができる。最尤検出回路25では、図9(J)に示すようにパスが太線で示すパスに確定する毎に、細線のパスを破棄し、新たな可能性のあるパスを記憶することにより、出力符号を出力する。もし、ノイズ等によりエラーがある場合は、エラーは訂正される。

【0034】図10は本発明の一実施例の最尤検出の動作を説明するための図を示す。図10(A)はリードヘッド出力、図10(B)はイコライザに波形等化された

波形、図10(C)はイコライザにより波形等化された信号波形をレベル検出した結果、図10(D)は最尤検出結果、図9(E)は出力符号を示す。図10(A)のa部及びb部に示されるようにヘッド出力が変動し、図10(C)に示すようにa部分では本来レベル「0」であるべき部分がレベル「-1」に検出され、b部分では本来レベル「0」であるべき部分がレベル「1」に検出される。

【0035】しかし、最尤検出によりa'部分で出力レベルが再び「-1」に反転すると、a部分のレベルは「-1」ではなく、「0」が正しいパスであると判定され、a部のレベルが「0」に訂正される。また、同様に最尤検出によりb'部分で再び出力レベルが「1」に反転すると、b部分のレベルは「1」ではなく、「0」が正しいパスであると判定される。

【0036】以上のようにしてノイズによるエラーが訂正される。最尤検出によりエラー訂正された1/7RLLL符号の出力符号は、デコーダで変換されてデータとなる。なお、直流成分が問題になる場合は、スクランブラ回路をエンコーダの前に設け、データをランダム化し、再生系のデコーダの後にデスクランブラ回路を設けて、元のデータに戻すようにしてもよい。

【0037】また、本実施例のパーシャルレスポンス信号処理方式の記録系は、従来のピーク検出方式に比べ、ライトコンベ・アルゴリズムがパターン効果補償型から非線形歪み(NLTS)補償型に変わるだけであり、ライトコンベが軽微またはない場合は、ピーク検出方式で記録された媒体を本発明のパーシャルレスポンス信号処理方式で再生すれば、エラーレートの低い、高信頼の再生が可能となる。

【0038】このように、パーシャルレスポンスを利用することにより、従来のピーク検出方式とほぼ同じ帯域で、記録電流波形の歪みが少なく、NLTSが少ない、比較的低い記録周波数で最尤検出を実現できる。また、3値の最尤検出は、S/N換算で約3dBの改善効果があると云われており、従来のピーク検出方式の必要とされるS/Nを約3dB下げることができ、記録密度を向上させることができる。

【0039】なお、ヘッドはライトヘッド、リードヘッド別々のヘッドで説明したが、同一のヘッドでもよい。また、サンプル回路で離散化した例で説明したが、これを省略し離散化せずにアナログ方式で構成してもよい。また、符号は1/7RLLL符号で説明したが、他の符号でも実現可能である。

【0040】さらに、本実施例の再生系を用いればフロッピーディスクのように(1-D)の演算が施されたビット列が記録された媒体のデータを高品質に読み出すことができる。以上、本実施例によれば、ピーク検出と同等の低い記録周波数で記録したパーシャルレスポンスが可能となる。したがって、ピーク検出と同等の低い記録

周波数で最尤検出が可能となる。また、記録電流の歪みが低減できる。さらに、NLTSが低減できる。

【0041】さらに、 $1/(1+D)$ を実現するためのプリコーダが不要となるので、回路構成を簡略化できる。

【0042】

【発明の効果】上述の如く、本発明によれば、 $(1-D)$ ($D:1$ ビット遅延)の演算を行うことに、記録周波数の低い符号でパシシャルレスポンスを行うことができ、記録密度が同等のパシシャルレスポンスに比べて、エラーを低減でき、記録周波数が同等のパシシャルレスポンスに比べて記録密度を向上できる等の特長を有する。

【0043】また、本発明によれば、パシシャルレスポンスを行うことにより、最尤検出を容易に行えるため、エラー訂正が行え、再生エラーレートを向上できる等の特長を有する。さらに、本発明によれば、入力データを $1/7$ RL符号化したビット列を前記処理手段の入力ビットとして入力することにより、記録周波数を低減できるので、記録電流歪みを低減でき、再生エラーレートを向上できる等の特長を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の一例のブロック構成図である。

【図2】 $(1+D)$ の伝達特性図である。

【図3】本発明の一実施例のブロック構成図である。

【図4】本発明の一実施例のライトコンベ回路の補償アルゴリズムを示す図である。

【図5】本発明の一実施例の等価ブロック図である。

【図6】本発明の一実施例の磁気再生系の伝達特性図である。

【図7】本発明の一実施例のイコライザの伝達特性図である。

【図8】本発明の一実施例のコサインロールオフ特性図である。

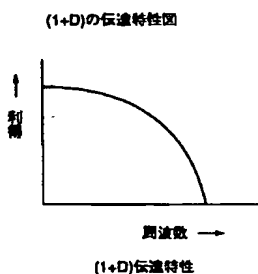
【図9】本発明の一実施例のタイムチャートである。

【図10】本発明の一実施例の最尤検出の動作を説明するための図である。

【符号の説明】

- 10 磁気ディスク装置
- 11 エンコーダ
- 12 ライトコンベ回路
- 13 NRZ I符号化回路
- 14 ライトアンプ
- 15 ライトヘッド
- 16 磁気ディスク
- 17 リードヘッド
- 18 プリアンプ
- 19 AGC
- 20 フィルタ
- 21 サンプリング回路
- 22 イコライザ
- 23 VFO
- 24 レベル検出回路
- 25 最尤検出回路
- 26 デコーダ

【図2】



【図4】

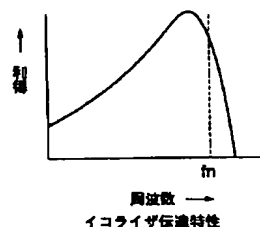
本発明の一実施例のライトコンベ回路の補償アルゴリズムを示す図

	n-1	n
Lat	1	1
Non	0	1

ライトコンベ回路

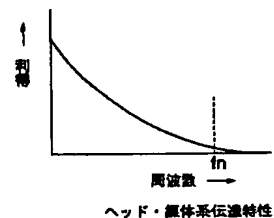
【図7】

本発明の一実施例のイコライザの伝達特性図



【図6】

本発明の一実施例の磁気再生系の伝達特性図



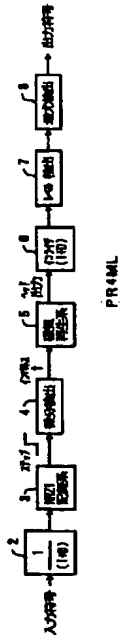
【图1】

【図3】

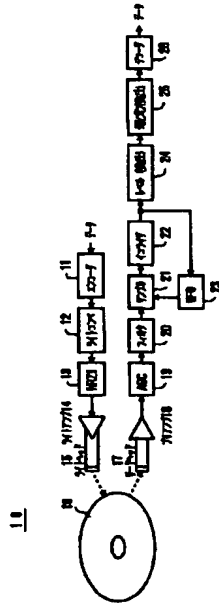
【図5】

【图8】

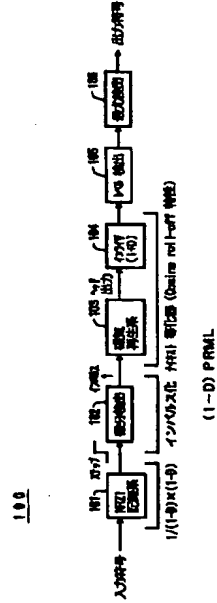
従来の一例のブロック構成図



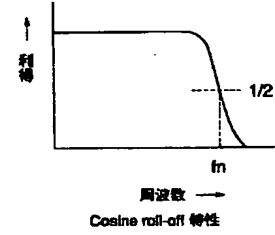
本発明の一実施例のブロック構成図



本発明の一実施例の等価ブロック構成図

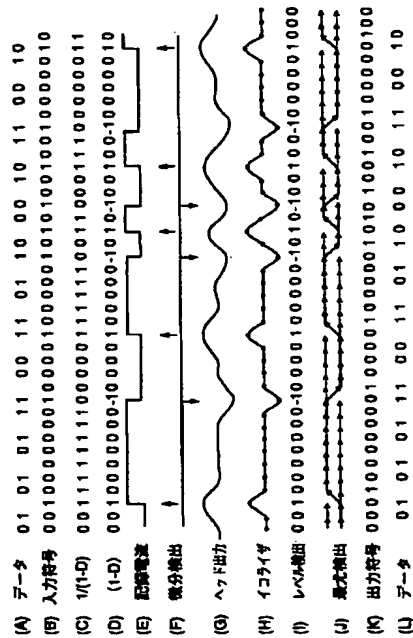


本発明の一実施例のコサインロールオフ特性図



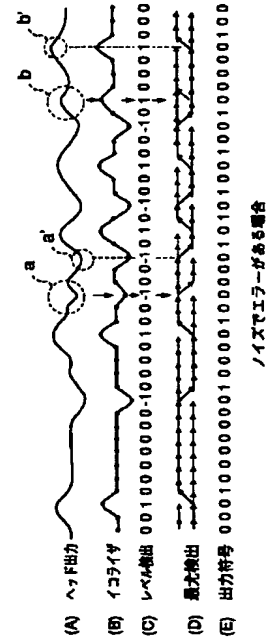
【図9】

本発明の一実施例のタイムチャート



【図10】

本発明の一実施例の最尤検出の動作を説明するための図



フロントページの続き

(72)発明者 山崎 信義
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内

Fターム(参考) 5D044 BC01 CC04 FG01 GL10 GL13
 GL31 GL32
 5J065 AC03 AE02 AE08 AG05 AH07
 AH16
 5K029 AA02 CC07 FF03 GG03 HH05
 5K046 EE01 EE35 EE47